

## 繊維および繊維製品に対するカビの影響について (第2報)

佐 藤 睦 子

The influences for fibers and their products by molds (The 2nd report)

MUTSUKO SATO

### その1 カビによる綿織物の重量変化

#### 1. Weight loss of cotton fabrics by molds

#### I 緒 言

前報<sup>1)</sup>では、絹織物に対するカビの影響をカビ発生による絹織物の重量減少とラウジネスの発生機構について報告したので、本報では綿織物に対するカビの影響について報告することにした。

綿織物は仕上加工剤としてだけでなく、被服の洗濯後の整理剤として主としてデンプンノリを使用することが多い。これは、カビにとつては栄養源となり、高温多湿のもとではその生育を助長して被害を大きくすることが考えられる。本報では綿織物として晒しカナキンを用い、糊料の影響をも考えあわせながら、カビの発育状態およびカビ発生による布の重量減少について報告する。

#### II 実験方法と結果

##### 1) 試布

白晒しカナキン(市販品で数年間保存されたもの)平織糸の見掛番手

経 19 Tt  
緯 21 Tt (30 NeC 単糸)

密 度 経 30/cm  
緯 24/cm

布の大きさ 5 cm × 5 cm

##### 2) 使用したカビ

前報<sup>1)</sup>と同じく、JIS規格「カビ抵抗性試験方法\*」に指定されたものを、ブドウ糖—酵母エキス、寒天培地で斜面培養して用いた。

1. *Aspergillus niger* ATCC 6275 (AN)

2. *Penicillium citrinum* ATCC 9849 (PC)

3. *Chaetomium globosum* ATCC 6205 (CG)

4. *Myrothecium verrucaria* USDA 1334.2 (MV)

##### 3) 試布の調整

試布は、ノリ分がデンプンであることを確認したので、JIS\*\*にもとずきヨード反応が現われなくなるまでノリ抜きを行ない、さらに、アルコール、エーテルで処理した調整布と無調整の布とを用いた。これらの試布はいずれもカビを接種する前に100~105°Cで乾燥し、無水量を求めた後、ペトリ皿に入れ間けつ殺菌した。なお、調整処理によつて除去された不純物(主としてデンプン)の未調整試布に対する重量百分率は1.81%であつた。

4) 孢子懸濁液の調製、カビの接種および培養

すべて前報<sup>1)</sup>に準じて処理した。

5) カビ発生状態の観察

培養を終えた各試布について検鏡した結果、試布上に接種した4種のカビは、いずれも生育が認められた。その結果を第1表に示す。なお、検鏡方法は、カビ発生状態の破壊をさけるため、カバーガラスは用いず、また、綿繊維の膨潤を考え、液体によるマウントもせず、直接布表面を観察した。

6) カビ発生布の水洗と秤量

無調整試布、調整試布いずれも前報<sup>1)</sup>と同じ方法で水洗し、秤量後、無水量を求めた。その結果を第2表に示す。なお、水洗後の試布につき検鏡したところ残菌は認められなかつた。

#### III 考 察

1) この実験で、調整試布はほとんど純粋な綿セルロースであり、無調整試布では綿繊維表面にデンプン以外の不純物の量を見捨てれば、1.81%に相当するデンプンが付着していたことになる。また、このノリとしてのデンプンは、この実験における程度の水洗(試布を300cc共栓付広口瓶に入れ、100ccの蒸留水を加えて栓をし、上下に反ぶく反転—60回/分—を1分間行ない、そ

\* JIS Z 2911—1960 (確認)

\*\* JIS L1004—1959

第1表 カビの発生状態

カビの種類	試 布	発育程度 の順位	試布上における発生状態	確認培地上における発生状態	発育程度 の順位
A. N.	調 整	5	あまり発生せず、布面の着色もみられない。	全面に旺盛に発生し、黒色の胞子密生	1
	無調整	1	多く発生し、菌糸は太く粒状の節があり、節のない部分は黄色透明の管状をなし、その先端に丸状に近い黒色胞子を形成。布面は全体に淡褐色を呈す。		
P. C.	調 整	6	あまり発生せず、布面の着色もみられない。	緑色胞子密生	4
	無調整	2	多く発生し、菌糸はANより細くぶつぶつしており、先端は珠数状に連結してホーキ状（筆先状）の胞子を形成。布面の多発生部分は褐色を呈す。		
C. G.	調 整	7	ほとんど発生せず、布面の着色もみられない。	菌叢は白と黒褐色	2
	無調整	3	AN, PC に比し発生は少い。菌糸は AN より太くコイル状で透明であり、ビロード状の褐色胞子を形成。布面の着色はみられない。		
M. V.	調 整	8	ほとんど発生せず、布面の着色もみられない。	表面滑らかで 菌叢は白とオレンジ色	3
	無調整	4	AN, PC に比し発生は少い。菌糸も見当らず、CG に似たビロード状褐色胞子を形成。布面の着色はみられない。		

註) 試布上においても菌種の特長は認められた。(写真省略)

第2表 重 量 変 化

試 布	カビの種類	試布重量 (g)	水洗後の 重 量 (g)	減 少 量 繊 維 量 (g)	重 量 率 減 少 率 (%)	減少率の 順 位
調 整	A. N.	0.2684	0.2668	0.0016	0.60	1
	P. C.	0.2816	0.2801	0.0015	0.54	2
	C. G.	0.2713	0.2701	0.0012	0.45	3
	M. V.	0.2759	0.2748	0.0011	0.40	4
	無接種対照試布	0.2762	0.2757	0.0005	0.18	
無 調 整	A. N.	0.2804	0.2775	0.0029	1.04	1
	P. C.	0.2927	0.2897	0.0032	1.03	2
	C. G.	0.2774	0.2750	0.0024	0.87	3
	M. V.	0.2795	0.2773	0.0022	0.79	4
	無接種対照試布	0.2812	0.2807	0.0006	0.21	

註 1) 対照試布については、前報<sup>1)</sup>に示したように殺菌、恒温、恒湿放置、水洗などすべて接種布と同様に扱った、

2) 数字は、いずれも試布3枚の平均値である。

3) 供試布の不純物量（主として糊料）は1.81%であつた。

の都度水を変えて3回くりかえす）では、11.6% 除去されるにすぎなかつた。

2) 第1表に示されたように接種したカビの発育は調整試布においては著しくなく、無調整試布においてかなり著しいことは、これらのカビがセルロース上により、むしろデンプン上においてさかんに生育することを示している。調整試布ではAN, PCがCG, MVに比し僅かに発生の程度が大であつた。無調整試布でもAN, PCがCG, MVに比し生育がさかんであつた。

セルロース上に発生をみたと考えられる調整試布の場合、いずれも布繊維への着色はみられるにいたらなかつたが、ノリ上に発生をみたと考えられる無調整試布では、いずれも布繊維に対して若干の着色現象がみられた。このことは、カビ発生の程度の差によるものと考えられるが、色素の綿セルロースとデンプンに対する染色性の差によることも考えられるかも知れない。

一方、第1表を絹繊維の場合<sup>1)</sup>と比較すると、カビ発生状態は、その形態、生育量および色素の生産状態に異なつたものも認められるが、これらは同種のカビに対する生活条件、なかでも絹フィブロインと綿セルロースおよびデンプンノリという栄養条件のちがひによるものと考えられる。また、確認培地では前報<sup>1)</sup>を再確認する結果を得たが、その発生、生育の程度は、上述の試布上の順序とは一致せず、形態や色素の発生状態も試布上と確認培地上とは必ずしも同じではなかつた。これらのことは、いずれも主として栄養条件のちがひによるものと考えられよう。

第2表によれば、調整布の無接種対照試布においても、水洗によつて0.18%の重量減があるが、これは水洗処理によつてこの程度の繊維の物理的脱落が起ることを示している。この調整無接種の場合の重量減少率を考慮した場合、調整試布すなわち、ほとんど純粋と考えられる綿セルロース繊維に対してのカビ発育による重量の減少率は、0.42~0.22%で、その程度の順位はAN, PC, CG, MVで、試布上の発育程度の順位と一致する。

第2表の無調整試布の場合、無接種対照試布の水洗による重量減は0.21%であり、調整布無接種の場合とほぼ同じ値であるが、この場合は繊維自体の脱落であるよりは、むしろ繊維表面に付着しているノリ料であるデンプンの溶出や、脱落によるものと考えられる。この値を考慮した場合の無調整試布に対するカビ発育による重量の減少率は0.83~0.58%で、その程度の順位はAN, PC, CG, MVで、この場合も、試布上の発育程度の順位と一致する。調整試布と無調整試布のカビ発育による重量の変化率の値が、後者が前者の2~3倍であるということ

は、カビ発生量の度合が後者に著しいことから当然であると考えられるが、同時にまた、これらのカビは、セルロースに作用をあたえるよりも、とくにデンプンでノリ付けされている場合には、むしろデンプンに主として作用しているものと考えられる。

3) 綿セルロースと絹フィブロインに対するカビの発育による重量減少率は、前者では0.42~0.22%であり、後者では、3.17~2.56%（前報<sup>1)</sup>第2表）であり、前者に対してANでは6.7倍、PCでは8.8倍、CGでは10.3倍、MVでは11.6倍であつた。このことは、これらのカビのセルロース分解力は非常に小さく、絹フィブロインのような不溶性蛋白質に対してさえも蛋白質分解力は非常に大きいことを示しているし、蛋白質が窒素源としてカビの栄養に大きく利用されていることが明らかである。重量の減少はおそらく繊維の脆弱化に対して決定的要因として作用するであろうし、繊維のカビ発生による着色度についても絹フィブロインの場合が著しい（次報報告）ことと考えあわせ、カビによる悪影響については、とくに絹に著しいことに注意しなければならない。

また、カビの種類による綿セルロース分解力の順位はAN, PC, CG, MVの順であるが、絹フィブロインの場合(PC, AN, CG, MV)と若干の差を生じ、それぞれのカビの特性が明らかになつた。なお、主としてデンプンの分解によると考えられる無調整試布の重量減少と絹フィブロインの場合を比較しても、明らかにこれらのカビのデンプン分解力は、絹フィブロインに比して著しく小さいことがわかつた。

#### IV 総 括

1) JISの方法に準じて、晒しカナキンに4種のカビを接種して、その発育状態および布の重量の減少について試験した。

2) 試布は無調整のものと、シアスターゼによつてノリ抜きをして調整したものとを用いた。ノリは、デンプンであつてその量は布に対して1.81%であり、実験における程度の水洗では、その11.6%量の溶出ないしは脱落を示した。

3) 無調整試布を構成している繊維の表面は、デンプンで被覆されていると考えられるので、接種したカビの作用は綿セルロースに対するものというより、主としてデンプンに対するものであると推定した。また、調整試布はほとんど純粋な綿セルロースと推定した。接種したカビの生育は、調整試布では僅かであり、無調整試布ではやや多くみられた。

4) 接種した4種のカビの作用による綿セルロースの重量減少率は0.42~0.22%の程度であり、主としてデンプン

プンの減少によると考えられる無調整試布では0.83～0.58%であつた。この値は絹フィブロインにおける値に比べて著しく小さい。

5) カビの種類により、綿セルロース、デンプンの分解力に差があり、その順位は絹フィブロインの場合とは必ずしも一致せず、カビの特性が明らかになつた。

## その2 カビによる綿織物の傷害

### 2. Biological damage of cotton fabrics by molds

#### I 緒 言

綿繊維や綿織物に対する傷害作用については、物理的、化学的作用によるもののほか、微生物による作用についても多くの報告<sup>2)3)4)</sup>がある。さきに4種のカビによる綿織物の重量減少について報告したが、その場合における綿繊維の傷害について顕微鏡で観察したので、その結果について報告し、あわせて傷害繊維の還元性から傷害の程度を検討した結果について報告する。試料は本報その1に用いたものを使用した。

#### II 実験の結果

##### 1) 顕微鏡による観察

写真No. 1～4は、無調整試布におけるAN, PC およびCGの発育状態を示すものである。MVについては菌糸は発育は認められなかつた。No. 1はANに特長的な胞子を形成しているが、繊維自体はその天然撚の状態をはつきりととどめながらほとんど作用をうけていない。

No. 2はPCに極めて特長的な菌糸の発育状態を示しており、菌糸の発育部分における表面構造に大きな変化はみられず、繊維表面が硬い物質で保護されているように見える。またNo. 3では繊維以外の部分にPCの菌糸がからみつくように生育している。この部分はおそらく塊状のデンプンノリであり、その下部は像のみだれがみられる。

No. 4はCGの状態であるが、この場合、綿繊維に特有なりボン形状の辺縁部に菌糸が集中的に生育しているが、繊維実体に対する作用は著しくないように見える。

写真No. 5も無調整試布におけるPCの発育状態を示すものであるが、この場合は明らかに綿繊維自体の変化を示している。傷害をうけていない綿繊維は、ふつう繊維の中央部に繊維軸の方向に原形質痕跡による線状像が観察されるが、No. 5における綿繊維ではそれがみられず、綿繊維の天然撚の形は保たれながら、その内部は、ら線状網目のフィブリル構造を示している。

写真No. 6 および7はそれぞれ調整試布におけるAN,

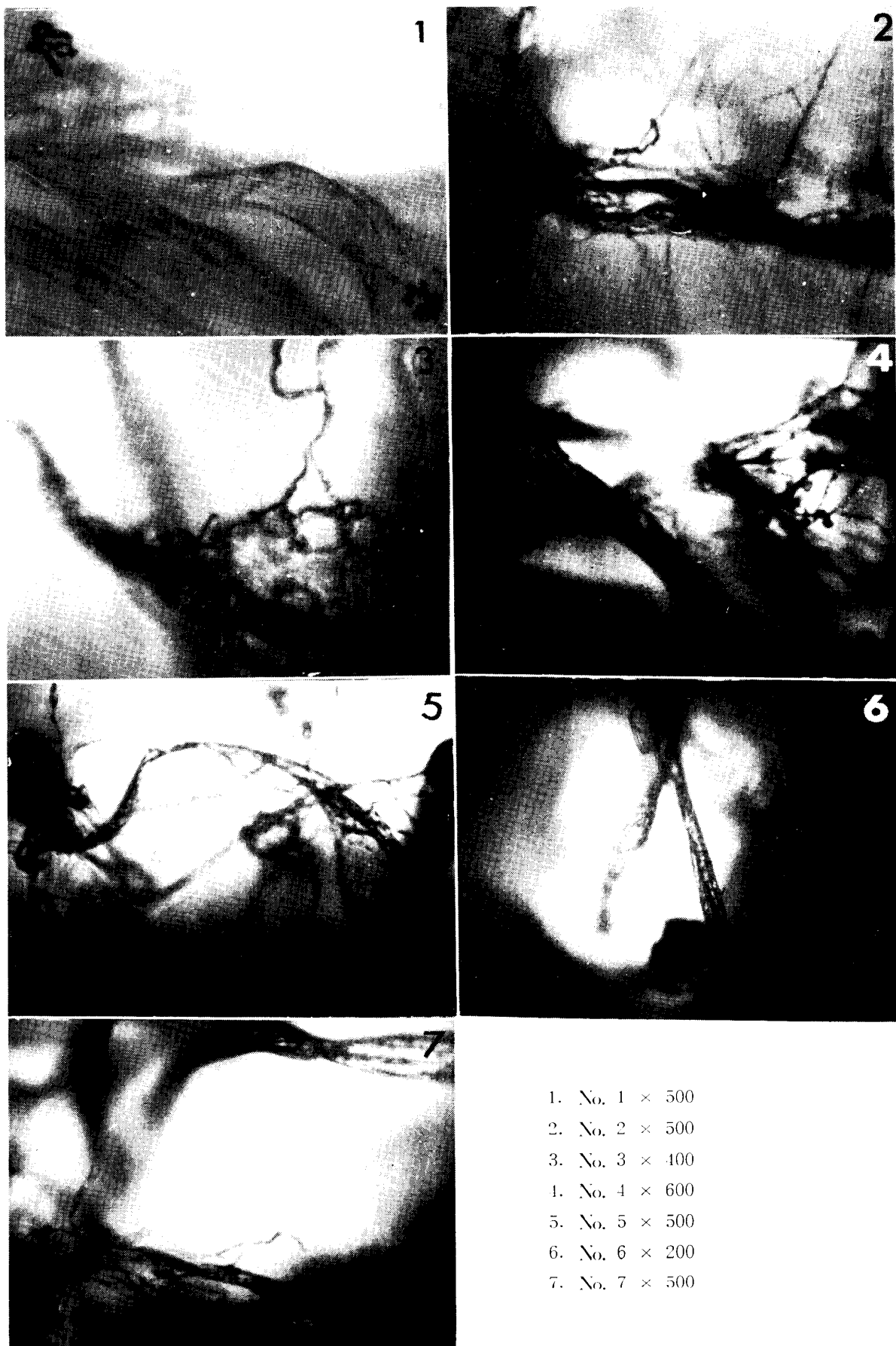
CGを接種したものの像である。この場合、調整操作によつて綿繊維表面は露出しているものと考えられるが、No. 6ではカビの作用をうけていない繊維では、明らかに中央部に繊維軸の方向に原形質痕跡による線状像がみとめられるが、左の繊維はそれがみとめられず、全面にフィブリル構造を思わせる像がみとめられる。

No. 7でも上の繊維では原形質痕跡の像がみとめられ、この部分は著しい作用をうけていないと考えられる。下の繊維では不明瞭ではあるが菌糸の発育によつて繊維自体がおかされつつある状態が観察できる。

綿セルロース繊維の崩壊過程については、それぞれの崩壊程度を示す一連の像を観察することはできなかったが、絹繊維のラウジネス発生の原因となる絹フィブロインの繊維軸の方向での繊維分裂による細繊維のような過程をあらわす像はまったく観察されなかつた。このことは綿セルロースのフィブリル構造が、ら線状網目構造をしていることと関係があるように思われるし、絹織物のラウジネスが、分裂細繊維のからみつきによつて生成するとの前報その2の考察の正しさをうらづける結果と考えられよう。

##### 2) カビ発生布の還元性

綿セルロースがカビの酵素的作用によつて加水分解された場合、それによつて生じた $\beta$ -セロビオース残基の還元性の強さを測定することによつて、カビ発生布における傷害の程度を推定することにした。ただし、無調整のカビ発生布については、デンプンノリの分解生成物による影響が考えられるので、この試験では除外した。調整したカビ発生布をフェーリング溶液中で短時間加熱し、傷害部位を確認するため、布はつとめて静かに液中よりとり出し、そのまま検鏡した。この結果、生成した酸化銅がいずれも繊維の傷害部分に多いという傾向を観察した。また、フェーリング溶液の残液をろ過して、ろ紙上に酸化銅沈澱を採取してその量を観察した。布の表面に付着していた酸化銅とろ紙上の酸化銅の量とから、生成した酸化銅の量を推定した結果は第3表のとおりであつた。



第3表 カビによる傷害度

カビの種類		酸化銅の生成量	生成量順位
A.	N.	卅	1
P.	C.	卅	2
C.	G.	卅	4
M.	V.	卅	3
無接種対照試布		+	5

註 1) いずれも試布 3 枚の平均値である。

2) 色班は、いずれも繊維が崩壊されている部分に多いという傾向を得た。

### 3) 染色性

カビ発生布をメチレンブルー 0.2% 溶液中で加熱処理し、各試布の染着性について肉眼的観察をした結果、傷害布はいずれも濃色に染まつた。

## III 考 察

1) 写真 No. 1, 2, 3, 4 で発育したカビの形態は、それぞれの特長を示しており、また No. 1 ~ 4 の写真像に共通する現象として、無調整試布においてはカビによる影響は綿繊維自体に対するよりも、むしろその表面を被覆していると考えられるデンプンに対するものの方が顕著であるか、あるいは表面のデンプンによつて綿繊維自体は保護されていると判断される。

2) 写真 No. 5 もまた無調整試布におけるものであるが、この場合には綿セルロース繊維自体が明らかに変化している。この変化は綿セルロースのらせ線状フィブリル構造を明らかに示し、文献<sup>5)</sup>による綿の微生物傷害像とよく一致している。したがつて、この変化がカビの作用によるものであるとすれば、この場合はこの部分のノリの保護作用が不十分で、カビの作用がまずノリを溶解し、さらにすすんで繊維に作用するとか、この部分にノリの被膜が存在しなかつたとかの理由によるものであろう。したがつて本報その 1 のカビの作用による無調整試布の重量減少は、デンプンの分解と一部は綿セルロース自体の分解によるものと考えなければならない。

3) 写真 No. 6, 7 において、カビの作用をうけていない綿セルロースにおいては、綿細胞の原形質痕跡がみとめられ、カビの作用をうけた場合には、これが明らかに消失し、繊維の、らせ線状フィブリル構造がみとめられることは、綿繊維にカビが作用をおよぼす場合、綿の細胞膜のセルロースに作用してそのフィブリル構造を破壊するよりも、原形質の蛋白質を分解する作用の方が著しいことを示しているのかもしれない。また、これらの写真像は、シュバイツァーの試薬または CS<sub>2</sub> などで処理した場合のように珠数状膨潤を示さないのは、綿繊維表面の

一次膜がまず分解し、ついで二次膜に作用が進行するものであるとした Sie<sup>6)</sup> の報告と一致している。

4) セルロースの傷害の程度を測定する場合、本実験でその一部分を採用した方法<sup>7)</sup> については、セルロースをフェーリング溶液中で加熱する間に、セルロースに変化を起さないとはいえないという指摘がある<sup>8)</sup>。本実験では短時間加熱によつてこの影響をさけるようつとめたが、綿セルロースの傷害の程度を判定するには信頼できると思われる結果を得た。すなわち第 3 表に示す酸化銅の生成量の順位は、明らかに本報その 1 のカビによる重量減少の順位およびカビの生育順位と完全に一致している。また無接種試布における若干の酸化銅の生成は、カビの作用以外の原因によるものであると考えられるが、この量が僅少であることからこの方法による傷害の程度の判定が信頼できるものであることを示しているといえよう。

5) メチレンブルーによる染色結果がカビの作用をうけていると考えられる試布において濃色であつたことは、他の文献<sup>9)10)</sup>の結果と一致しており、このことは他の染料に対する染着性においても同じ傾向があろうと考えられるので、カビの発生が染色班の原因になる可能性について指摘しておきたい。

## IV 総 括

綿織物に 4 種のカビを接種培養してカビを生育せしめ、綿織物におよぼすカビの傷害を顕微鏡で観察し、その傷害の程度をしらべ、傷害綿織物の染色性について実験した結果、次のことが明らかとなつた。

1) カビの発生した綿織物は、デンプンでノリ付けされている場合は、カビの作用は主として綿繊維を被覆しているデンプンに著しかつたが、一部綿セルロースにも影響をあたえることがわかつた。

2) ジャスターゼによつてノリ抜きをした綿織物の場合には、カビの作用をうけていない綿繊維は、その中央部に繊維軸の方向に原形質の痕跡像を観察したが、作用をうけた綿繊維はそれが消失し、微生物による傷害の典型的な像を示しており、天然撚の形態をとどめながら綿セルロースのらせ線状フィブリル構造が観察された。

3) 綿セルロースではカビの作用によつて絹フィブロインの場合にみられるような細繊維の生成はみられず、絹織物におけるラウジネスのような現象は起らないようであつた。

4) カビによる綿織物の傷害の程度をフェーリング溶液によつてその還元性から検討した結果は、傷害の程度の大きいものほど生成する酸化銅の量が多いことがわかつた。この結果はカビによる重量減少の結果と一致して

おり，この方法による傷害の程度の判度は信頼性のあることがわかった。

5) メチレンブルーによる綿織物の染色によつて，カビにより傷害をうけた綿繊維の部分が濃色に染まることが明らかとなり，このことが染色斑の原因となる可能性のあることがわかった。

本実験に際し，御指導下さいました本学伊吹助教授に深く感謝をいたします。

## 文 献

- 1) 佐藤睦子，京都府立大学学術報告 B17, 17(4, 3) (1966)
- 2) 祖父江 寛，右田伸彦編，セルロースハンドブック p. 263 (1958)
- 3) 宮坂和雄，繊維工業試験法下 p. 426, 431, 432 (1963)
- 4) 庄司 光，衣服の衛生学 p. 171 (1961)
- 5) Matthews : Textile Fibers p. 217 (1952)
- 6) R.G.H. Sie : Text. Res. J., 20, 281 (1950)
- 7) E.C. Sherrard and P.E. Davidson : Paper Trade J., No. 25, Vol. 87 (1928)
- 8) 厚木勝基，繊維素化学及び工業 p. 98 (1956)
- 9) 宮坂和雄，繊維工業試験法下 p. 426 (1963)
- 10) 厚木勝基，紡織繊維学各論 p. 29 (1949)